

# INSTITUTO SUPERIOR de ENGENHARIA de LISBOA

## Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia

### 2.º Semestre Letivo 2021/2022

#### Computação Física

#### 1.º Trabalho Prático

**Objetivos:** Desenho de circuitos combinatórios baseados em funções lógicas. Utilização da tabela de verdade para sistematização de um objetivo. Simplificação de funções lógicas usando mapas de *Karnaugh*. Desenho de circuitos lógicos. Desenho de circuitos sequenciais utilizando o grafismo ASM. Utilização de *flip-flops*. Simulação dos circuitos projetados no Arduino.

1. Projete um circuito lógico para detetar portas lógicas avariadas, AND e OR, de duas entradas. O circuito deve acender um LED sempre que a porta evidenciar um comportamento anómalo.
  - a) Realize a tabela de verdade que descreve o funcionamento pretendido;
  - b) Obtenha a expressão lógica simplificada, por intermédio de mapas de *Karnaugh*;
  - c) Desenhe o circuito lógico simplificado;
  - d) Simule o circuito lógico no Arduino, de maneira a testar a sua correção.
2. Projete um circuito somador ( $S = A + B$ ) e subtrator ( $S = A - B$ ), de dois números binários de três bits, ou seja,  $A = [A_2 A_1 A_0]$ ,  $B = [B_2 B_1 B_0]$ . O resultado também é a três bits:  $S = [S_2 S_1 S_0]$ . O utilizador deve poder seleccionar qual é a operação que pretende realizar.
  - a) Projete o circuito somador/subtrator de dois números de três bits. Para além do resultado da operação aritmética a três bits ( $S$ ), o sistema deverá fornecer o resultado das *flags* de **Carry** ( $C_Y$ ) para a soma e **Borrow** ( $B_W$ ) para a subtração, e ainda **Overflow** ( $O_V$ ) e **Zero** ( $Z$ ) para qualquer uma das duas.
  - b) Desenhe o circuito lógico simplificado, que deverá ser elaborado de forma hierárquica, desde o diagrama geral por blocos, até ao nível da porta lógica;
  - c) Simule o circuito lógico do somador/subtrator no Arduino, de maneira a testar o seu funcionamento.
3. Projete um contador binário configurável, que através de uma variável externa, realiza uma contagem crescente (*Up*) ou decrescente (*Down*). O conjunto de configurações de contagem que este contador deve fornecer na sua saída é o seguinte: [-1, -3, -5, -7].
  - a) Desenhe o modelo geral, indicando as entradas e as saídas do sistema;
  - b) Desenhe modelo de Moore-Mealey, explicitando os blocos da função de estado seguinte (FES) e da função de saída (FS);

- c) Desenhe o ASM que descreve o funcionamento pretendido;
- d) Implemente o ASM à custa de *flip-flops* do tipo *D edge-triggered*.
- e) Desenhe o circuito lógico final do contador;
- f) Simule o circuito lógico do contador no Arduino, de maneira a testar a seu funcionamento.

Nota: Devido à limitação do número de pinos digitais do Arduino Uno, podem ser utilizados também os pinos analógicos (A0 a A5) para *input/output* digital.

Este trabalho tem a duração de **4 sessões práticas** e é realizado em grupo, fazendo parte da avaliação prática da disciplina.

Os docentes,  
Carlos Carvalho, Jorge Pais e Manfred Niehus